

BLOOD CIRCULATING SIMULATOR

Publication number: JP8030185 (A)

Publication date: 1996-02-02

Inventor(s): TANAKA FUMIO

Applicant(s): YASUHISA KOKI KK

Classification:

- international: **G09B9/00; A61B5/021; G09B9/00; A61B5/021; (IPC1-7): G09B9/00; A61B5/021**

- European:

Application number: JP19940160295 19940712

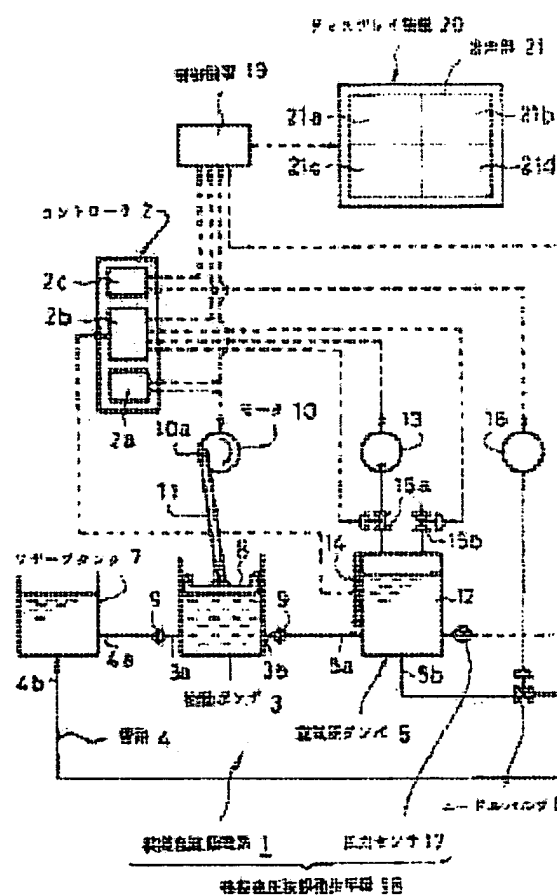
Priority number(s): JP19940160295 19940712

Also published as:

JP3229487 (B2)

Abstract of JP 8030185 (A)

PURPOSE: To make it possible to simulate a change in the blood pressure waveform when a heart rate, pulse pressure, average blood pressure, etc., change and the change in vital activity according thereto. **CONSTITUTION:** This blood circulating simulator has a mimic blood pressure waveform generating means 18 which is constituted to variably adjust one among the heart rate, pulse pressure and average blood pressure by a controller 2. The display section 21 of a display device 20 graphically displaying the mimic blood pressure waveform formed by the mimic blood pressure waveform generating means 18 is divided to a plurality. The simulator is provided with a controller 19 which makes animation display of the change in the vital activity corresponding to the data together with the mimic blood pressure waveform on the heart rate, pulse pressure or average blood pressure set by the controller 2 in accordance with this data.



記心拍数で拍動する心臓画像と、前記心拍数に対応した運動量を表す人の運動画像と、脈圧に対応する沈着量のコレステロールと平均血圧に対応する血管内径を表した血管画像を、前記模擬血圧波形と共にアニメーション表示する制御装置を備えたことを特徴とする血液循環シミュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、生体の血液循環系を機械的に模擬すると共に、血圧波形が変化したときの生体活動の変化が判る血液循環シミュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】血圧波形は患者の容体により変化するため、血圧波形と生体の関係は実際の診断・治療の基礎知識として極めて重要なものである。そして、医療従事者を要請する医科系大学、看護学校、医療関連専門学校等の循環生理学習においては、血圧波形と生体の関係を教科書的な単なる知識としてだけでなく、実験等により体得できるようにすることが切望されている。

【0003】血圧波形を発生するものとしては、実際の実験動物から血圧波形を検出するのが簡単ではあるが、実験動物の心拍数を変化させる場合は強制的に運動させなければならず、また脈圧を変える場合はコレステロールの摂取量が異なる二以上の実験動物を比較しなければならず、さらに平均血圧を変化させる場合は血管収縮剤等を使用しなければならないため、様々なパターンの血圧波形を容易に観察することができない。また、電氣的に血圧波形を発生するものも知られており、これは、実験動物を用いる場合に比して心拍数、脈圧、平均血圧を自由に設定できるという利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、実験動物を使用する場合は、実験自体が大掛かりになるだけでなく、実験動物の世話を継続的に行う必要があり、さらに、必要に応じて餌をコントロールしてコレステロールの摂取量を調節しなければならず、非常に面倒であった。また、電氣的に血圧波形を発生するものにあつては、心拍数、脈圧、平均血圧を任意に設定して、これらを変化させたときに血圧波形が変化する様子を見ることはできるが、その血圧波形に基づく生体活動の変化を知ることとはできない。そこで、本発明は、心拍数、脈圧、平均血圧が変化して血圧波形が変化したときに、その心拍数、脈圧、平均血圧の変化に応じた生体活動の変化を簡単に知ることができようすることを技術的課題としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために、本発明は、心拍数、脈圧及び平均血圧をコントロー

グラフィック表示するディスプレイ装置の表示部を複数に分割し、前記コントローラで設定した心拍数、脈圧及び平均血圧のデータに基づき、前記心拍数で拍動する心臓画像と、前記心拍数に対応した運動量を表す人の運動画像と、脈圧に対応する沈着量のコレステロールと平均血圧に対応する血管内径を表した血管画像を、前記模擬血圧波形と共にアニメーション表示する制御装置を備えたことを特徴としている。

【0006】

【作用】本発明によれば、ディスプレイ装置の表示部が複数に分割され、心拍数、脈圧又は平均血圧のデータに基づいて、そのデータに対応する生体活動の変化が、模擬血圧波形と共にアニメーション表示され、例えば心拍数に応じた心臓の拍動状態及び人の運動状態（座る、立つ、歩く、走る等）や、脈圧に応じた血管断面のコレステロール沈着幅や、平均血圧に応じた毛細血管径等をアニメーション表示することにより、その血圧波形に応じた生体活動を一目で認識できる。

【0007】

【実施例】以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて具体的に説明する。図1は本発明に係る血液循環シミュレータを示すフローシート、図2はディスプレイ装置に表示される模擬血圧波形を示すグラフ、図3～図5はディスプレイ装置に表示される生体活動の変化を示すアニメーション表示の説明図である。

【0008】図中1は、心拍数、脈圧、平均血圧をコントローラ2で可変調節可能にした模擬血圧循環系であつて、心臓に相当する拍動ポンプ3が管路4の上流側に介装され、その下流側には、脈圧に影響を与える血管コンプライアンスを付与する空気圧ダンパ5及び平均血圧に影響を与える末梢血管抵抗を付与するニードルバルブ6が介装されている。管路4の両端には、血液に相当する液体を流入／流出する流入口4a及び流出口4bが、液体を貯留したリザーブタンク7の液中に開口形成されている。

【0009】拍動ポンプ3は、内部に所定のストロークで往復運動するプッシャープレート8が配されると共に、その吸込口3a及び拍出口3bに取り付けられた逆止弁9、9を介して前記管路4に接続されている。プッシャープレート8は、モータ10により一定の回転数で回転されるクランク10aに接続されたロッド11により往復駆動され、その回転数に応じた拍動数（心拍数）で液体を拍出するように成されており、モータ10の回転数が高くなれば心拍数が多くなり、回転数が低くなれば心拍数が少なくなる。

【0010】また、空気圧ダンパ5は、管路4に接続される流入口5a及び流出口5bが形成された密閉チャンバ12にエアポンプ13が接続され、内部の空気量を調

面位置に基づいて空気量を検出するための液面センサ、15aは空気量を増やすときに開かれる空気採入バルブ、15bは空気量を減らすときに開かれる空気抜バルブである。すなわち、ダンパ5内の空気量が多くなれば、その空気の緩衝作用により、拍動ポンプ3から拍出された液体の脈流が緩和されて最高血圧と最低血圧との差（脈圧）が小さくなり、ダンパ5内の空気量が少なくなれば、空気の緩衝作用が弱まって、液体の脈流が緩和されず脈圧が大きくなる。

【0011】さらに、ニードルバルブ6はモータ16により開度（ニードルと弁座とのクリアランス）が調整されて、末梢血管抵抗となる管路4の管内抵抗を増減し、クリアランスを小さくすれば管内抵抗が増して平均血圧が高くなり、クリアランスを大きくすれば管内抵抗が減少して平均血圧が低下する。

【0012】模擬血液循環系1の心拍数、脈圧及び平均血圧を自在に調節するコントローラ2は、その入力側に液面センサ14が接続されると共に、出力側に拍動ポンプ3を駆動するモータ10、空気圧ダンパ5に空気を供給するエアポンプ13、空気採入バルブ15a、空気抜バルブ15b、ニードルバルブ6の開度を調整するモータ16が接続され、その操作パネル（図示せず）には、モータ10の回転数（心拍数）、ダンパ5内の空気量（血管コンプライアンス）及びニードルバルブ6の開度（末梢血管抵抗）を設定するスイッチ2a、2b及び2cが配設されている。

【0013】17は、模擬血液循環系1を流れる液体の血圧を検出するための圧力センサであって、前記空気圧ダンパ5とニードルバルブ6の間、本例では空気圧ダンパ5を形成する密閉チャンバ12内の液圧を検出するように配設され、当該圧力センサ17と前記模擬血液循環系1とで模擬血圧波形発生手段18が形成されている。

【0014】19は、模擬血圧波形等をディスプレイ装置20にグラフィック表示する制御装置であって、その入力側には、圧力センサ17及びコントローラ2が接続され、圧力センサ17から出力される血圧波形及び前記コントローラ2の各スイッチ2a、2b、2cで設定されたデータに基づいて、模擬血圧波形をグラフィック表示すると共に、その心拍数、脈圧、平均血圧に対応した生体活動をアニメーション表示するように成されている。

【0015】ディスプレイ装置20の表示部21は4分割され、第一の表示部（例えば左上）21aには、例えば図2（a）～（d）に示すように前記圧力センサ17で検出された模擬血圧波形をそのままグラフィック表示（縦軸が血圧、横軸が時間）すると共に、模擬血圧波形から読み取ることでできる心拍数、最高血圧、最低血圧、脈圧、平均血圧が数値表示される。

【0016】第一の表示部（例えば左上）21aには、

コントローラ2から入力されたモータ10の回転数に応じた心拍数で脈動するように表示される。第三の表示部（例えば右下）21cには、図4（a）～（d）に示すように人の運動状態がアニメーション表示され、コントローラ2から入力されたモータ10の回転数に応じた心拍数に対応して、例えば椅子に座っている状態、立っている状態、歩いている状態、走っている状態が表示される。このとき、歩いている状態及び走っている状態を、例えば心拍数に応じて3段階の速さに変化させれば、心拍数に応じた運動状態が全部で8段階に変化する。

【0017】さらに、第四の表示部（例えば右下）21dは、図5（a）及び（b）に示すように血管の断面図がアニメーション表示され、コントローラ2から入力された空気圧ダンパ5の空気量に応じた血管コンプライアンスに対応してコレステロールの沈着量が図示され、コントローラ2から入力されたニードルバルブ6のクリアランスに応じた末梢血管抵抗に対応する血管内径の太さの変化が表示される。なお同時に、コントローラ2から入力されたモータ10の回転数に対応した心拍数で血管の直径を拡張させることにより拍動させるように表示してもよく、この場合の拍動幅は、コレステロールの沈着量と同様に血管コンプライアンスに対応して変化する。

【0018】以上が本発明の一例構成であって、次にその作用について説明する。まず、コントローラ2の各スイッチ2a、2b、2cを操作して、心拍数、脈圧、平均血圧を所定の値に設定して模擬血液循環系1の拍動ポンプ3を駆動させると、液体が拍動ポンプ3により拍出されて空気圧ダンパ5及びニードルバルブ6が介装された管路4を通して、リザーブタンク7に還流される。

【0019】このとき、圧力センサ17により検出された模擬血圧波形と、コントローラ2で設定された各データが制御装置19に入力され、ディスプレイ装置20の第一表示部21aに模擬血圧波形がグラフィック表示されると共に、心拍数、最高血圧、最低血圧、脈圧、平均血圧が数値表示され、他の表示部21b～21dに、生体活動の変化を表すアニメーション表示がされる。したがって、誰でも、各表示部21a～21dを対比することにより、血圧波形と対応させて心臓がどのように拍動しているか、普通の人のどの程度の運動状態に相当するか、血管がどの程度硬化しているか、血管がどの程度収縮しているかを一目で認識することができ、逆にこれらの生体活動の状態に応じた血圧波形はどのようなものかを認識することができる。

【0020】例えば、心拍数が変化したときの血圧波形及び生体活動の変化を見るときは、コントローラ2の心拍数設定スイッチ2aを操作することによりモータ10の回転数を任意の値に設定すると、模擬血液循環系1の心拍数が変化する。そして、例えば心拍数が速くなる
と 第一表示部21aの模擬血圧波形は図2（b）に示

り、第二表示部 2 1 a の心臓がかなり速く拍動し、第三表示部 2 1 c では心拍数に応じた人の運動状態がアニメーション表示される。

【0021】また、血管コンプライアンスが変化したときの血圧波形及び生体活動の変化を見るときは、コントローラ 2 の血管コンプライアンス設定スイッチ 2 b を操作することにより空気圧ダンパ 5 内の空気量を増減させると、模擬血液循環系 1 の脈圧（最高血圧と最低血圧の差）が変化する。そして、例えば空気量が減少すると、血管が動脈硬化を起こした状態に相当し、第一表示部 2 1 a の模擬血圧波形は図 2 (c) に示すように図 2

(a) に比して脈圧が大きくなり、第四表示部 2 1 d の血管断面に付着するコレステロールの沈着量が、図 5

(b) に示すように図 5 (a) に比して増大すると共に、心臓の拍動に応じて拡張する血管の拍動幅が小さくなる。次いで、空気量を増大させると、血管が動脈硬化を起こしていない状態に戻り、第一表示部 2 1 a の模擬血圧波形の脈圧が小さくなり、第四表示部 2 1 d の血管断面に付着するコレステロールの沈着量が減少すると共に、血管の拍動幅も大きくなる。

【0022】さらに、末梢血管抵抗が変化したときの血圧波形及び生体活動の変化を見るときは、コントローラ 2 の末梢血管抵抗設定スイッチ 2 c を操作することによりニードルバルブ 6 のクリアランスを調整すると、模擬血液循環系 1 の平均血圧が変化する。そして、例えばニードルバルブ 6 のクリアランスを狭くして管路 4 の抵抗を大きくすると、高血圧の状態に相当し、第一表示部 2 1 a の模擬血圧波形は図 2 (d) に示すように図 2

(a) に比して平均血圧が高くなり、第四表示部 2 1 d の血管断面の内径が図 5 (b) のように図 5 (a) に比して小さくなる。次いで、ニードルバルブ 6 のクリアランスを広くすると、低血圧の状態になり、第一表示部 2 1 a の模擬血圧波形の平均血圧が低く、第四表示部 2 1 d の血管断面の内径が大きくなる。

【0023】このように、表示部 2 1 が四つに分割されて、模擬血圧波形とそれに対応した生体活動の変化を同時に観察することができるので、動物実験を行なうことなく血圧波形が変化したときの患者の容体を学習することができる。なお、拍動ポンプ 3 はモータ 10 により駆動される場合に限らず、液体を一定の周期で拍出できるものであれば、例えば空気圧で駆動される場合であっても良い。また、圧力センサ 17 は、空気圧ダンパ 5 に接続する場合に限らず、空気圧ダンパ 5 とニードルバルブ 6 の間に設置されていても良い。

【0024】また、制御装置 19 に対し、心拍数、脈圧、平均血圧に関するデータをコントローラ 2 から入力する場合について説明したが、制御装置 19 には圧力センサ 17 のみを接続し、その血圧波形から心拍数、脈

表示するようにしてもよい。

【0025】さらにまた、模擬血圧波形発生手段として、液体が流れる模擬血圧循環系 1 を用いることなく、電氣的に血圧波形を形成し、その血圧波形の心拍数、脈圧、平均血圧に基づいて生体活動の変化をアニメーション表示するようにしてもよい。ただし、模擬血液循環系 1 を用いれば、動脈に相当する管路 4 に穴を開けたときにどの程の勢いで血液が吹き出すか、また、人工弁が装着不良の場合どのようなになるか等、実際の治療では起きてはならないことの実験に使用することもできる。

【0026】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、ディスプレイ装置の表示部が複数に分割され、心拍数、脈圧又は平均血圧のデータに基づいて、そのデータに対応する生体活動の変化が、模擬血圧波形と共にアニメーション表示され、例えば心拍数に応じた心臓の拍動状態及び人の運動状態や、脈圧に応じた血管断面のコレステロール沈着量や、平均血圧に応じた血管径の変化をアニメーション表示することにより、その血圧波形に応じた生体活動を誰でも一目で認識でき、逆にこれらの生体活動の状態に応じた血圧波形はどのようなものかを認識することができ、学習効果を向上させることができるという大変優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る血液循環シミュレータを示すフローシート。

【図 2】ディスプレイ装置にグラフィック表示される模擬血圧波形を示す説明図。

【図 3】ディスプレイ装置にアニメーション表示される生体活動の一例を示す説明図。

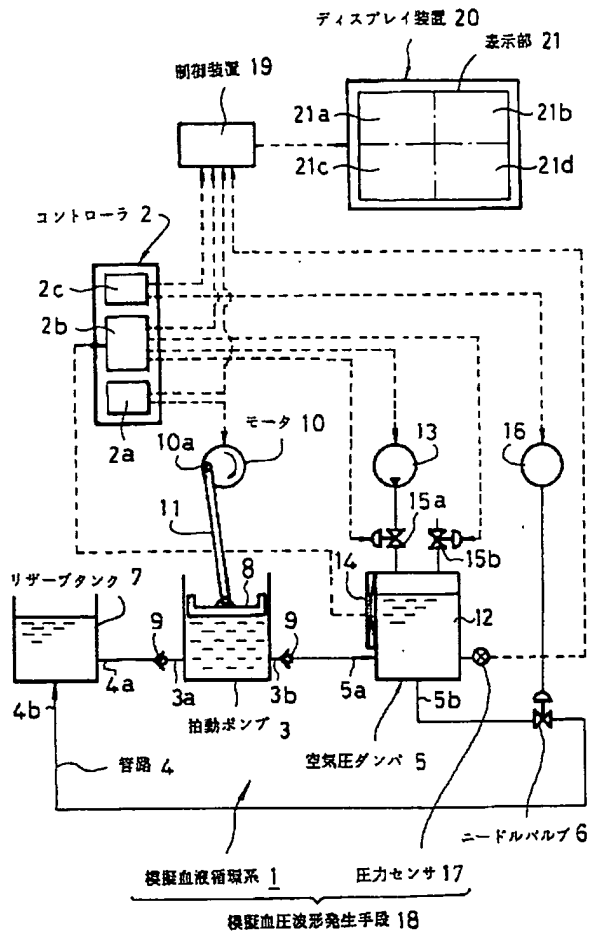
【図 4】ディスプレイ装置にアニメーション表示される生体活動の一例を示す説明図。

【図 5】ディスプレイ装置にアニメーション表示される生体活動の一例を示す説明図。

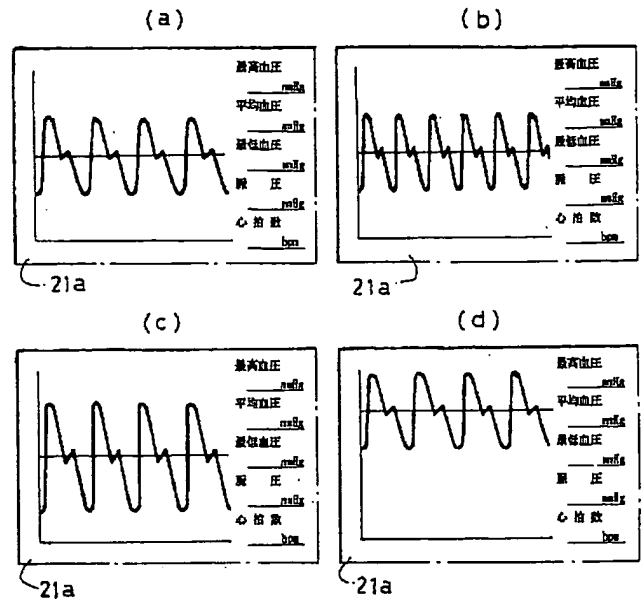
【符号の説明】

- 1・・・模擬血液循環系
- 2・・・コントローラ
- 3・・・拍動ポンプ
- 4・・・管路
- 4 a・・・流入口
- 4 b・・・流出口
- 5・・・空気圧ダンパ
- 6・・・ニードルバルブ
- 7・・・リザーブタンク
- 10・・・モータ
- 17・・・圧力センサ
- 19・・・制御装置
- 20・・・ディスプレイ装置

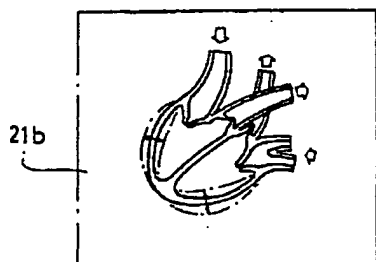
【図 1】



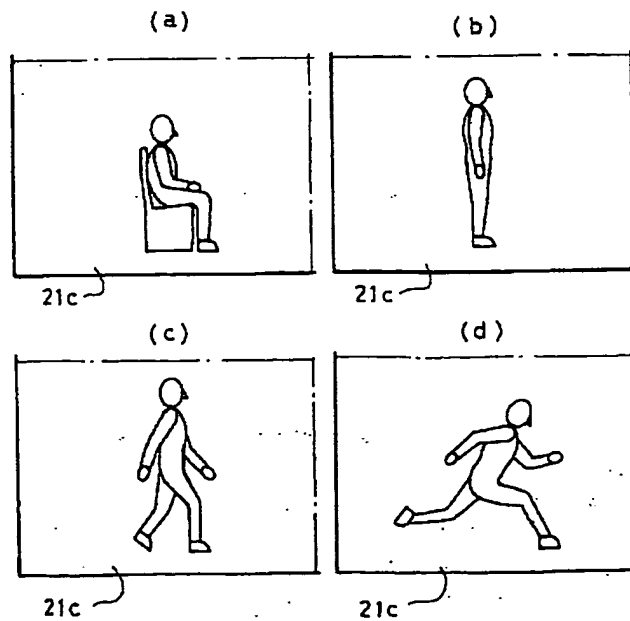
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

